

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012386690 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1999-192797/199917  
XRPX Acc No: N99-141168

**Sensor for directional detection of external magnetic field using  
magnetoresistive sensor element - has multi-layer system with very large  
magnetoresistive effect, at least one weakly magnetic measurement layer,  
one relatively stronger bias layer and one intermediate, non-magnetic  
layer**

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI )  
Inventor: VAN DEN BERG H  
Number of Countries: 028 Number of Patents: 004  
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 905523	A2	19990331	EP 98117332	A	19980912	199917 B
JP 11194161	A	19990721	JP 98268646	A	19980922	199939
CN 1229196	A	19990922	CN 98124894	A	19980918	200002
US 6313627	B1	20011106	US 98161204	A	19980924	200170

Priority Applications (No Type Date): DE 1042134 A 19970924

Cited Patents: No-SR.Pub

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 905523	A2	G	9	G01R-033/09	

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT  
LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI

JP 11194161	A	6	G01R-033/09
CN 1229196	A		G01R-033/02
US 6313627	B1		G01R-033/09

Abstract (Basic): EP 905523 A

The sensor has a multi-layer system (S) with a very large magnetoresistive effect. It has at least one weakly magnetic measurement layer, at least one relatively stronger bias layer with defined magnetization direction and at least one intermediate, non-magnetic layer.

At least one sensor element (E) has at least two element parts whose multi-layer systems are formed on a common substrate (2). Their magnetization directions enclose an angle not equal to 0 or 180 degrees and their measurement signals (DeltaR1,DeltaR2) are evaluated in common.

ADVANTAGE - Enables 360 degree detection and overcomes problem of inadequate sensitivity.

Dwg.1,2/4

Title Terms: SENSE; DIRECTION; DETECT; EXTERNAL; MAGNETIC; FIELD;  
MAGNETORESISTIVE; SENSE; ELEMENT; MULTI; LAYER; SYSTEM; MAGNETORESISTIVE;  
EFFECT; ONE; WEAK; MAGNETIC; MEASURE; LAYER; ONE; RELATIVELY; STRONG;  
BIAS; LAYER; ONE; INTERMEDIATE; NON; MAGNETIC; LAYER

Derwent Class: S01; S02

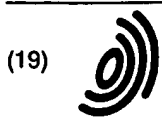
International Patent Class (Main): G01R-033/02; G01R-033/09

International Patent Class (Additional): H01F-010/08; H01L-043/08

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S01-E01B; S02-A02F; S02-K03A5A

?



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 905 523 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
31.03.1999 Patentblatt 1999/13

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G01R 33/09

(21) Anmeldenummer: 98117332.1

(22) Anmeldetag: 12.09.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder: van den Berg, Hugo Dr.  
91074 Herzogenaurach (DE)

(30) Priorität: 24.09.1997 DE 19742134

(54) **Sensoreinrichtung zur Richtungserfassung eines äusseren Magnetfeldes mittels eines magnetoresistiven Sensorelementes**

(57) Die Sensoreinrichtung weist ein GMR-Mehrschichtensystem mit mindestens einer weichmagnetischen Meßschicht, mindestens einer härteren Bias-schicht und mindestens einer dazwischen angeordneten, nicht-magnetischen Zwischenschicht auf. Das Sensorelement (E) soll mindestens zwei Elementteile ( $E_1$ ,

$E_2$ ) enthalten, deren Mehrschichtensysteme auf einem gemeinsamen Substrat (2) ausgebildet sind, deren Magnetisierungsrichtungen ( $m_1$ ,  $m_2$ ) einen Winkel ungleich  $0^\circ$  oder ungleich  $180^\circ$  einschließen und deren Meßsignale ( $\Delta R_1$ ,  $\Delta R_2$ ) gemeinsam auszuwerten sind.

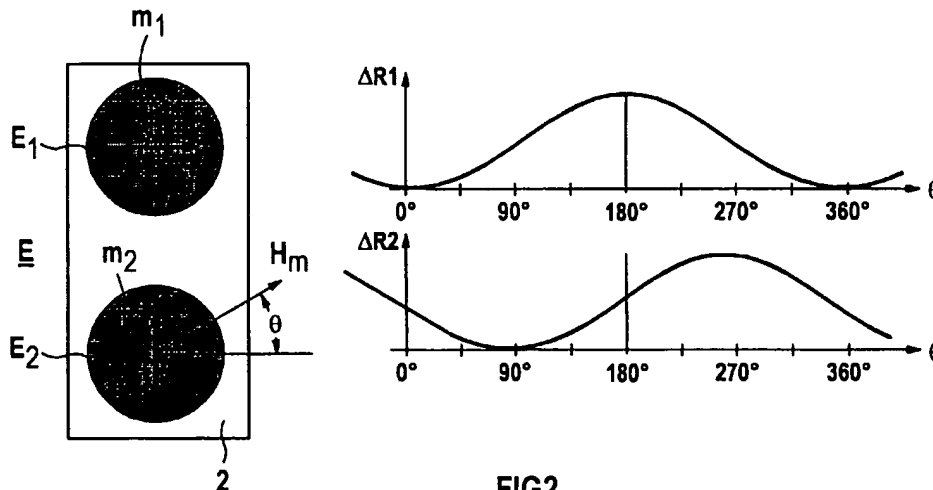


FIG2

EP 0 905 523 A2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Sensoreinrichtung zur Erfassung der Richtung eines äußeren Magnetfeldes mittels wenigstens eines Sensorelementes, das einen sehr großen magnetoresistiven Effekt (GMR) zeigendes Mehrschichtensystem aufweist, welches

- mindestens eine weichmagnetische Meßschicht,
- mindestens eine vergleichsweise härtere Biasschicht mit vorgegebener Magnetisierungsrichtung sowie
- mindestens eine dazwischen angeordnete, nicht-magnetische Zwischenschicht

enthält. Eine entsprechende Sensoreinrichtung ist der WO 94/17426 zu entnehmen.

[0002] In Schichten aus ferromagnetischen Übergangsmetallen wie Ni, Fe oder Co und deren Legierungen kann eine Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes von der Größe und der Richtung eines das Material durchdringenden Magnetfeldes gegeben sein. Den bei solchen Schichten auftretenden Effekt nennt man „anisotropen Magnetowiderstand (AMR)“ oder „anisotropen magnetoresistiven Effekt“. Er beruht physikalisch auf den unterschiedlichen Streuquerschnitten von Elektronen mit verschiedenem Spin und der Spinpolarität des D-Bandes. Die Elektronen werden als Majoritäts- bzw. Minoritätselektronen bezeichnet. Für entsprechende magnetoresistive Sensoren wird im allgemeinen eine dünne Schicht aus einem solchen magnetoresistiven Material mit einer Magnetisierung in der Schichtebene vorgesehen. Die Widerstandsänderung bei Drehung der Magnetisierung bezüglich der Richtung eines über den Sensor geleiteten Stromes kann dann einige Prozent des normalen isotropen (= ohm'schen) Widerstandes betragen.

[0003] Ferner sind magnetoresistive Mehrschichtensysteme bekannt, welche mehrere, zu einem Stapel angeordnete ferromagnetische Schichten enthalten, die jeweils durch metallische, nichtmagnetische Zwischenschichten voneinander getrennt sind und deren Magnetisierungen jeweils vorzugsweise in der Schichtebene liegen. Die Dicken der einzelnen Schichten sind dabei deutlich geringer als die mittlere freie Weglänge der Leitungselektronen gewählt. In derartigen Mehrschichtensystemen kann nun zusätzlich zu dem erwähnten anisotropen magnetoresistiven Effekt AMR ein sogenannter „giant-magnetoresistiver Effekt“ oder „Giant-Magnetowiderstand (GMR)“ auftreten (vgl. z.B. EP 0 483 373 A). Ein solcher GMR-Effekt beruht auf der unterschiedlich starken Streuung von Majoritäts- und Minoritäts-Leitungselektronen an den Grenzflächen zwischen den ferromagnetischen Schichten und den dazu benachbarten Zwischenschichten sowie auf Streueffekten innerhalb dieser Schichten. Der GMR-Effekt ist dabei ein isotroper Effekt. Er kann erheblich

größer sein als der anisotrope Effekt AMR. Im allgemeinen spricht man von einem GMR-Effekt (bei Raumtemperatur), wenn er Werte annimmt, die deutlich über denen von AMR-Einschichtelementen liegen.

[0004] Bei einem ersten Typ von entsprechenden, einem GMR-Effekt zeigenden Mehrschichtensystemen sind benachbarte magnetische Schichten ohne ein äußeres Magnetfeld aufgrund einer gegenseitigen Kopplung magnetisch antiparallel ausgerichtet. Diese Ausrichtung kann durch ein äußeres Magnetfeld in eine parallele Ausrichtung überführt werden. Demgegenüber weist ein zweiter Typ von GMR-Mehrschichtensystemen eine sogenannte Biasschicht auf, die magnetisch härter ist als eine vorhandene magnetisch möglichst weiche Meßschicht. Die Meßschicht und / oder die Biasschicht können dabei auch jeweils durch mehrere zu einem Paket gestapelte Schichten ersetzt sein. Nachfolgend sei jedoch nur von jeweils einzelnen Schichten ausgegangen.

[0005] Die Meßschicht und die Biasschicht sind bei einem derartigen Schichtensystem vom zweiten Typ durch eine nicht-magnetische Zwischenschicht gegenseitig magnetisch entkoppelt. Ohne ein äußeres Magnetfeld stehen dann die Magnetisierungen der beiden magnetischen Schichten irgendwie zueinander, beispielsweise antiparallel. Unter dem Einfluß eines äußeren Magnetfeldes  $H_m$  (= Meßfeldkomponente in der Schichtebene der Meßschicht) wird dann die Magnetisierung  $M_m$  der weichmagnetischen Meßschicht entsprechend der Richtung des Magnetfeldes ausgerichtet, während die Ausrichtung der magnetisch härteren Biasschicht praktisch unverändert bleibt. Dabei bestimmt der Winkel  $\phi$  zwischen den Magnetisierungsrichtungen der beiden Schichten den Widerstand des Mehrschichtensystems: Bei einer parallelen Ausrichtung ist der Widerstand klein und bei einer antiparallelen groß. Dies folgt aus der Tatsache, daß eine eindeutige Beziehung zwischen den Größen  $M_m$  und  $H_m$  gegeben ist. Im einfachsten Fall gilt dabei

$$M_m \cdot H_m = M_m H_m.$$

[0006] (Dabei sind die vektoriellen Größen durch fette Schreibweise und die skalaren Größen durch magere Schreibweisen gekennzeichnet).

[0007] Das Magnetowiderstandssignal  $\Delta R$  eines derartigen GMR-Mehrschichtensystems ist dann gegeben durch

$$\Delta R = \Delta(1 - \cos\phi).$$

[0008] Aus dieser Gleichung ist ersichtlich, daß  $\Delta R$  für  $\phi = \phi_0$  und  $\phi = -\phi_0$  die gleichen Werte annimmt. Dies bedeutet aber, daß der Winkel  $\phi$  nur in einem Sektor von  $180^\circ$  eindeutig erfaßt werden kann. Darüber hinaus ist die Winkelpflichkeit  $d\Delta R/d\theta = \Delta \sin\theta$  für  $\theta = 0$  und  $\theta = \pi$  sehr gering, wobei  $\theta$  der Winkel zwischen der Richtung des äußeren Magnetfeldes  $H_m$  und der

durch die Magnetisierung der Biasschicht festgelegten Bezugsrichtung ist (vgl. die eingangs genannte WO-Schrift).

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, die Sensoreinrichtung mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend auszugestalten, daß mit ihr eine 360°-Winkeldetektion ermöglicht ist und das Problem einer zu niedrigen Empfindlichkeit vermindert ist.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das wenigstens eine Sensorelement mindestens zwei Elementteile enthält, deren Mehrschichtensysteme auf einem gemeinsamen Substrat ausgebildet sind, deren Magnetisierungsrichtungen einen Winkel  $\neq 0^\circ$  oder  $180^\circ$  einschließen und deren Meßsignale gemeinsam auszuwerten sind.

[0011] Der Erfindung liegt dabei die Überlegung zugrunde, daß mit den beiden vorzugsweise gleich aufgebauten Sensorelementteilen zwei gemeinsam zu betrachtende bzw. auszuwertende Sensorteilsignale zu gewinnen sind, die eine eindeutige Unterscheidungsmöglichkeit zwischen den Bereichen  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  und  $180^\circ$  bis  $360^\circ$  schaffen.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung noch weiter erläutert. Dabei zeigen jeweils schematisch die

- Figur 1 einen Querschnitt durch einen einzelnen Sensorelementteil einer erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung,
- Figur 2 eine Aufsicht auf zwei Sensorelementteile mit komplementären Meßbereichen und deren zugehörige Meßsignalkurven,
- Figur 3 eine Aufsicht auf eine besondere Ausführungsform eines Sensorelementteiles, sowie
- Figur 4 eine Aufsicht auf eine Leitergeometrie zur Magnetisierung von Sensorelementteilen gemäß Figur 3.

In den Figuren sind sich entsprechende Teile jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0014] Eine erfindungsgemäße Sensoreinrichtung enthält mindestens ein Sensorelement, das wenigstens zwei Sensorelementteile umfaßt, die vorteilhaft auf einem gemeinsamen Substrat in Dünnschichttechnik erstellt sind. Der Aufbau dieser Elementteile ist an sich bekannt (vgl. z.B. EP 0 483 373 A oder die DE-A-Schriften 42 32 244, 42 43 357 oder 42 43 358). Gemäß Figur 1 enthält jeder Elementteil  $E_j$  ein auf einem Substrat 2 aufgebracht, für ein GMR-Element typisches Mehrschichtensystem S. Dieses Mehrschichtensystem besitzt vorteilhaft als unterste Schicht eine hartmagnetische Schicht 3, eine darauf aufgebrachte, als Koppelschicht wirkende Zwischenschicht 4 sowie eine auf

dieser abgeschiedene ferro- oder ferrimagnetische Schicht 5. Diese Schicht 5 stellt dabei eine Biasschicht mit im Meßbereich zumindest annähernd konstanter Magnetisierungsrichtung in ihrer Schichtebene dar. Die insbesondere antiferromagnetisch gekoppelten Schichten 3 bis 5 bilden ein sogenanntes Biasschichtpaket P. Statt dieses Paketes kann auch ein magnetisch verhältnismäßig hartes Subsystem aus einer ferromagnetischen Schicht und einer unmittelbar anliegenden, antiferromagnetischen Schicht oder nur eine einzelne Biasschicht vorgesehen sein. Gemäß dem angenommenen Ausführungsbeispiel ist das Schichtpaket von einer magnetfeldempfindlichen, magnetisch möglichst weichen Meßschicht 7 über eine nicht-magnetische Zwischenschicht 6 magnetisch wenigstens annähernd entkoppelt. An der Meßschicht sind in der Figur nicht dargestellte Anschlußkontakte zum Führen eines vorgesehenen Stromes über den Elementteil angebracht. Dieser Aufbau des Schichtensystems S kann noch mit einer Schutzschicht überzogen sein. Das zumindest hinsichtlich seiner Richtung zu detektierende (äußere) magnetische Meßfeld  $H_m$  ist durch eine gepfeilte Linie angedeutet.

[0015] Der Widerstand eines solchen GMR-Sensorelementteils  $E_j$  hängt dann von der relativen Orientierung der Magnetisierung der Meßschicht 7 gegenüber der des Biasschichtpakets P ab. Die Änderung dieses Widerstandes läßt sich ausnutzen, um die Richtung eines angelegten Magnetfeldes und so z.B. Drehpositionen oder absolute Positionen zu bestimmen (vgl. auch WO 94/17426). Diese Widerstandsänderung legt die Größe  $\Delta R_j$  des magnetoresistiven Effektes fest. Die Größe  $\Delta R_j$  ist dabei folgendermaßen definiert:

$$\Delta R_j = [R(\uparrow\downarrow) - R(\uparrow\uparrow)]/R(\uparrow\uparrow).$$

Wegen der Feldrichtungsempfindlichkeit der GMR-Sensorelemente stellt der magnetoresistive Effekt  $\Delta R_j$  den Unterschied des Widerstandes zwischen der antiparallelen und der parallelen Magnetisierungsausrichtung der Meßschicht bezüglich der Biasschicht bzw. eines entsprechenden Biasschichtpaketes dar. In der vorstehend aufgeführten Gleichung ist die gegenseitige Ausrichtung der Magnetisierung der Meßschicht und der Biasschicht durch die Ausrichtung der Pfeile veranschaulicht. Im allgemeinen wird ein magnetoresistiver Effekt als GMR-Effekt bezeichnet, wenn die Größe  $\Delta R_j$  mindestens 2 % (bei Raumtemperatur) beträgt.

[0016] Vorteilhaft kann der schichtförmige Aufbau des Sensorelementteils  $E_j$  mit großem magnetoresistiven Effekt auch als sogenanntes Multischichtensystem ausgeführt sein. Ein solches System zeichnet sich dadurch aus, daß es neben dem vorstehend erläuterten Schichtensystem noch weitere Schichten oder Schichtpakete enthält und gegebenenfalls eine Folge von periodisch wiederkehrenden Schichten besitzt (vgl. z.B. DE 42 43 358 A).

[0017] In Figur 2 sind zwei Sensorelementteile  $E_1$  und

$E_2$  mit jeweils kreisförmigem Querschnitt angedeutet. Gemeinsam bilden diese Sensorelemente ein Sensorelement E einer erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung. Eine solche Sensoreinrichtung kann dabei mehrere derartige Elemente aufweisen, die beispielsweise zu einer Brücke verschaltet sein können. Die Magnetisierungen der Biasschichten von jedem Elementteil sind einheitlich in der Ebene des gemeinsamen Substrates 2 gerichtet und mit  $m_1$  bzw.  $m_2$  bezeichnet. Diese Magnetisierungsrichtungen legen für jeden Sensorelementteil eine Bezugsrichtung fest, bezüglich derer ein Orientierungswinkel  $\theta$  der in der Ebene der Meßschicht liegenden Komponente eines gerichteten äußeren Magnetfeldes  $H_m$  gemessen wird. Wie aus der Figur hervorgeht, sollen diese Bezugslinien bzw. die entsprechenden Biasschicht-Magnetisierungsrichtungen jedes zu einem Sensorelement gehörenden Elementteils  $E_1$  und  $E_2$  untereinander einen Winkel  $\alpha$  einschließen, der erfindungsgemäß ungleich ( $\neq$ )  $0^\circ$  oder  $\neq 180^\circ$  ist. Allgemein soll für diesen Winkel  $\alpha$  zumindest annähernd gelten:  $\alpha = (n \cdot 45^\circ)$  mit  $n = 1, 2, 3, 5, 6, 7$ , wobei eine Abweichung um  $\pm 10^\circ$  mit eingeschlossen sein soll. Als besonders vorteilhaft ist ein dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 zugrunde gelegter Winkel  $\alpha$  von zumindest annähernd  $90^\circ$  anzusehen. Für diesen Fall werden von dem Orientierungswinkel  $\theta$  abhängige Widerstandsänderungen  $\Delta R_1$  bzw.  $\Delta R_2$  erhalten, die aus den zugeordneten Diagrammen hervorgehen. Wie bei einer gemeinsamen Betrachtung dieser Diagramme sich sofort erkennen läßt, kann man vorteilhaft den Winkel  $\theta$  ohne Auflösungseinbußen eindeutig im kompletten Winkelbereich zwischen  $0$  und  $360^\circ$  bestimmen. Hierzu dient eine in der Figur nicht dargestellte Meßsignal-Auswertevorrichtung. Diese Auswertevorrichtung wird mit jedem der Sensorelementteile  $E_1$  und  $E_2$  einzeln verbunden.

[0018] Figur 3 zeigt eine an sich bekannte Ausführungsform (vgl. DE 195 07 303 A) für einen Sensorelementteil  $E_j$  eines Sensorelementes einer erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung. Dieser Elementteil setzt sich aus mehreren, in Führungsrichtung eines Stromes I langgestreckten, streifenförmigen Teilstücken  $e_a$  zusammen. Diese gemäß Figur 3 fünf Teilstücke haben jeweils eine vorbestimmte Länge  $L_a$  und eine vorbestimmte Breite  $B_a$  und sind parallel nebeneinander unter Ausbildung eines gegenseitigen Zwischenraums der Weite  $w$  angeordnet. Sie sind in Stromführungsrichtung gesehen mäanderrförmig mittels Kontaktbrücken  $k$  hintereinandergeschaltet. Diese Kontaktbrücken sind dadurch realisiert, daß sowohl die Teilstücke  $e_a$  als auch die Kontaktbrücken durch entsprechende Strukturierung, beispielsweise mittels Elektronenlithographie, aus einem gemeinsamen flächenhaften Schichtaufbau herausgearbeitet sind. In der Figur sind ferner unmagnetische Stromanschlußbahnen des Sensorelementteils  $E_j$  mit 9 sowie die Magnetisierungs- bzw. Bezugsrichtungen der Biasschichten der einzelnen Teilstücke mit  $m_a$  bezeichnet.

[0019] Die Vorteile der in Figur 3 angedeuteten Ausführungsform sind zum einen darin zu sehen, daß ein gewünschtes Impedanzniveau von einigen  $k\Omega$  erreichbar ist. Zum anderen läßt sich durch eine vorbestimmte Geometrie und durch eine aufgeprägte Vorzugsrichtung in den Meßschichten ein isotropes Magnetisierungsverhalten einstellen. Ein weiterer Vorteil der gezeigten Geometrie ist, daß die Streifenform zu einer Stabilisierung der Magnetisierung in den Biasschichten beitragen kann.

[0020] Bei den Sensorelementen einer erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung müssen in den Biasschichten oder Bias-schichtpakete der einzelnen Sensorelementteile auf engem Raum Magnetisierungen mit verschiedener Ausrichtung eingepreßt werden. Vorteilhaft können hierzu Magnetisierungseinrichtungen vorgesehen werden, wie sie aus den DE-A-Schriften 195 20 172, 195 20 178 oder 195 20 206 hervorgehen. Bei diesen Magnetisierungseinrichtungen werden zur Einstellung der Magnetisierungen Magnetfelder von Strömen durch Streifenleiter ausgenutzt, die oberhalb der einzelnen Sensorelementteile verlaufend diesen zugeordnet sind. Dabei können die Streifenleiter entweder direkt und isoliert auf dem jeweiligen Mehrschichtensystem aufgebracht und mit diesem verbunden sein oder getrennt von diesem Mehrschichtensystem oberhalb diesem positioniert werden. Eine mögliche Ausführungsform entsprechender Streifenleiter ist in Figur 4 dargestellt. Dabei ist davon ausgegangen, daß zwei gleiche, sich parallel erstreckende Sensorelemente E und E' jeweils vier hintereinandergeschaltete Sensorelementteile  $E_1$  bis  $E_4$  bzw.  $E'_1$  bis  $E'_4$  besitzen. Jeder Sensorelementteil ist dabei entsprechend der Ausführungsform nach Figur 3 ausgebildet. Jeweils zwei hintereinandergeschaltete Sensorelementteile weisen senkrecht zueinanderstehende Magnetisierungsrichtungen gemäß Figur 2 auf. In der Figur sind nur Streifenleiteranordnungen 10 bzw. 10' ersichtlich, welche die Mehrschichtensysteme der einzelnen Sensorelementteile  $E_1$  bis  $E_4$  bzw.  $E'_1$  bis  $E'_4$  der Sensorelemente abdecken. Die Streifenleiteranordnungen 10 bzw. 10' weisen dabei im Bereich der einzelnen Sensorelementteile Streifenleiter 10a bzw. 10a' auf, die jeweils oberhalb eines zugeordneten Teilstücks ( $e_a$ ) eines Sensorelementteils verlaufen. Im Bereich der Sensorelementteile sind die Streifenleiter 10a und 10a' parallelgeschaltet. Der über die Streifenleiteranordnungen zu führende Einstellstrom zur Erzeugung der jeweiligen magnetischen Einstellfelder ist mit  $I_0$  bezeichnet.

[0021] Eine derartige Parallelschaltung einzelner, beispielsweise durch Schlitzung einer größeren Fläche gewonnener Streifenleiter kann vorteilhaft auch für andere, verhältnismäßig großflächige Sensorelemente oder Sensorelemente vorgesehen werden. Dadurch läßt sich nämlich gewährleisten, daß bei abgelenkter Stromführungsrichtung (vgl. Figur 4) der Strom in die Richtung der einzelnen Streifenleiter und nicht in eine dazu schräg verlaufende Richtung

gezwungen wird. Die Magnetisierungsrichtung ist dann entsprechend exakt festzulegen.

#### Patentansprüche

1. Sensoreinrichtung zur Erfassung der Richtung eines äußeren Magnetfeldes mittels wenigstens eines Sensorelementes, das ein einen sehr großen magnetoresistiven Effekt (GMR) zeigendes Mehrschichtensystem aufweist, welches
  - mindestens eine weichmagnetische Meßschicht,
  - mindestens eine vergleichsweise härtere Biaschicht mit vorgegebener Magnetisierungsrichtung und
  - mindestens eine dazwischen angeordnete, nicht-magnetische Zwischenschicht enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß das wenigstens eine Sensorelement (E, E') mindestens zwei Elementteile (E<sub>j</sub>, E<sub>1</sub> bis E<sub>4</sub>, E<sub>1</sub>' bis E<sub>4</sub>') enthält,
  - deren Mehrschichtensysteme (S) auf einem gemeinsamen Substrat (2) ausgebildet sind,
  - deren Magnetisierungsrichtungen (m<sub>1</sub> bis m<sub>4</sub>) einen Winkel ( $\alpha$ ) ungleich 0° oder ungleich 180° einschließen und
  - deren Meßsignale ( $\Delta R_1, \Delta R_2$ ) gemeinsam auszuwerten sind.
2. Sensoreinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensorelementeile getrennt untereinander mit einer gemeinsamen Signalauswertungsvorrichtung verbunden sind.
3. Sensoreinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet** durch einen von den Richtungen der Magnetisierungen (m<sub>1</sub> bis m<sub>4</sub>) zweier Sensorelementeile eines Sensorelementes eingeschlossenen Winkel ( $\alpha$ ) zwischen 20° und 160° oder zwischen 200° und 340°.
4. Sensoreinrichtung nach Anspruch 3, **gekennzeichnet** durch einen von den Richtungen der Magnetisierungen (m<sub>1</sub> bis m<sub>4</sub>) eingeschlossenen Winkel ( $\alpha$ ) von zumindest annähernd  $(n \cdot 45^\circ) \pm 10^\circ$  mit  $n = 1, 2, 3, 5, 6$  oder 7.
5. Sensoreinrichtung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet** durch einen von den Magnetisierungsrichtungen (m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>) eingeschlossenen Winkel ( $\alpha$ ) von zumindest annähernd 90° oder 270°.
6. Sensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet** durch Sensorelementeile (E<sub>j</sub>) mit gleichem Schichtaufbau und gleicher Geome-

trie.

7. Sensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßschichten (7) und/oder die Biaschichten jedes Sensorelementteils (E<sub>j</sub>) aus einem Schichtpaket aus mehreren Schichten gebildet sind.
8. Sensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedem Mehrschichtensystem (S) eines Sensorelementteils (E<sub>j</sub>) wenigstens eine Leiterbahn (10a) zur Führung eines Einstellstromes (I<sub>a</sub>) zur festen Einstellung der Magnetisierung in der mindestens einen Biaschicht des Mehrschichtensystems zugeordnet ist.
9. Sensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere elektrisch parallelgeschaltete Leiterbahnen (10a) eine Streifenleiteranordnung (10, 10') bilden.

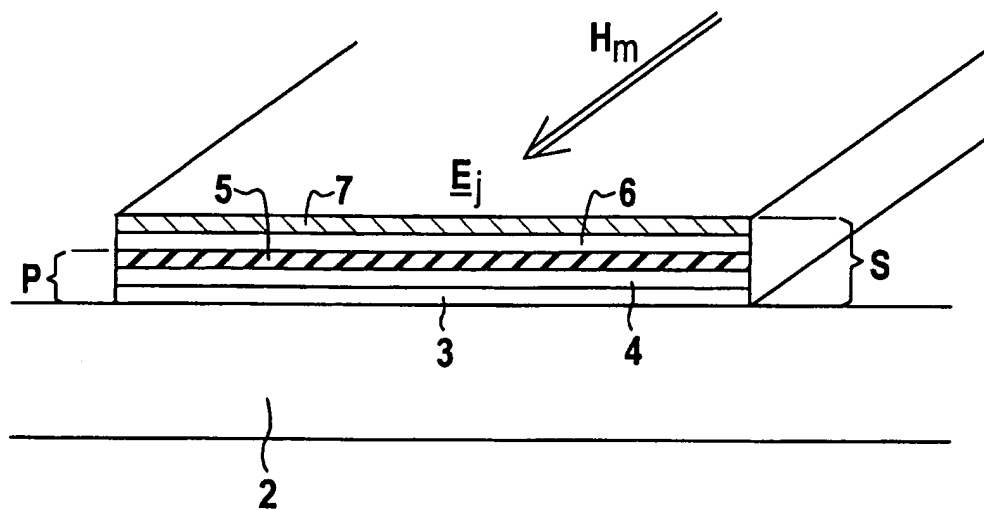


FIG 1

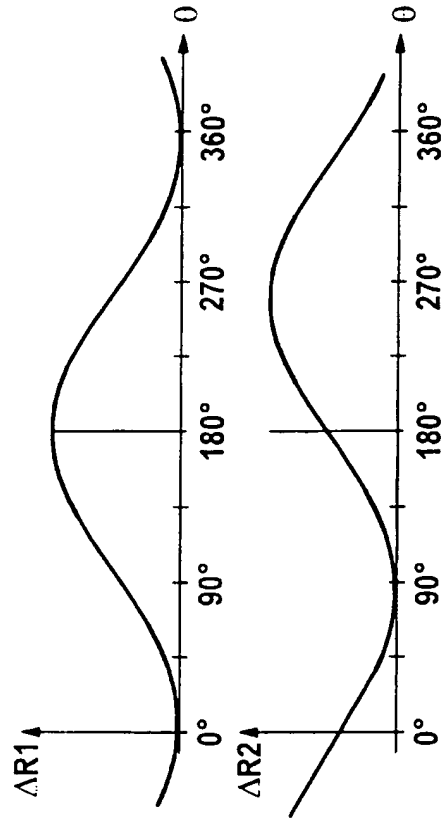
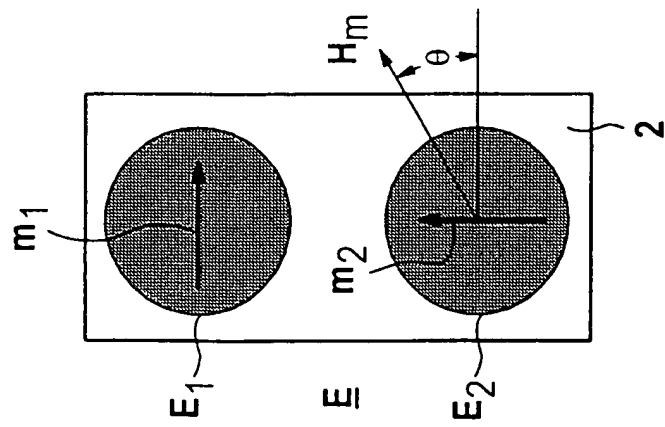


FIG2



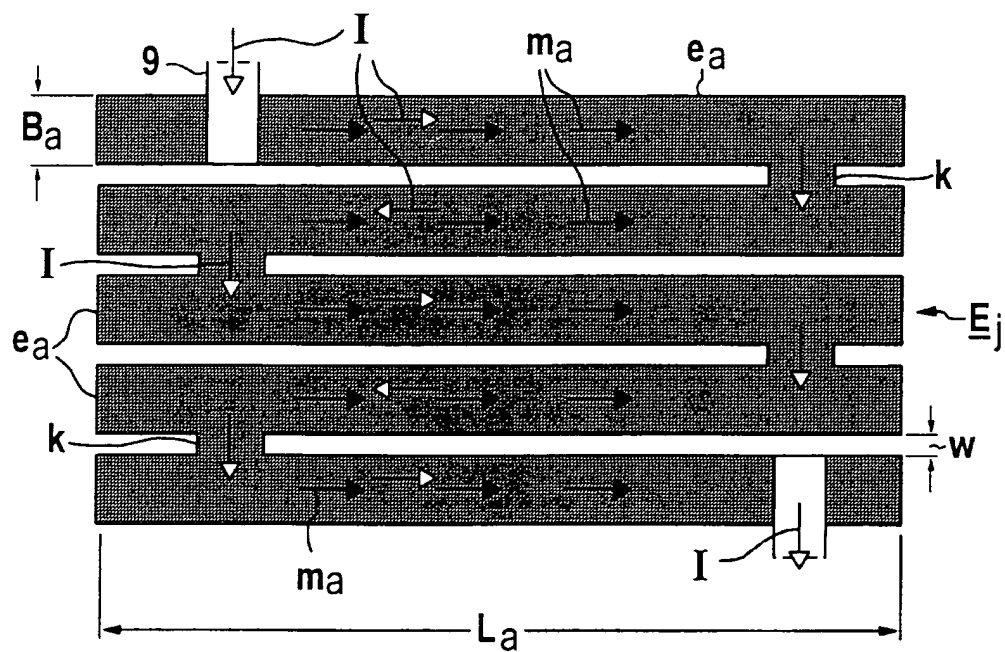


FIG 3

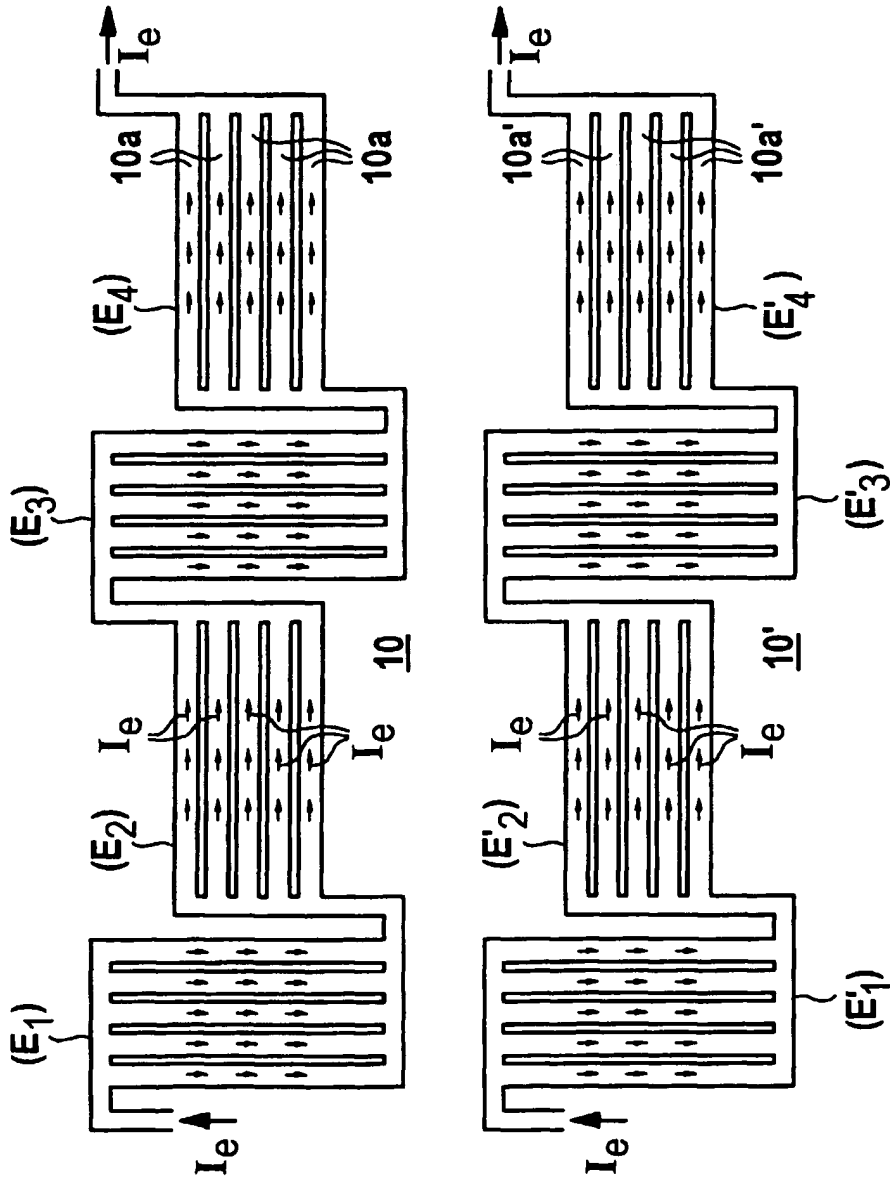


FIG 4



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 905 523 A3

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:  
23.02.2000 Patentblatt 2000/08

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: G01R 33/09

(43) Veröffentlichungstag A2:  
31.03.1999 Patentblatt 1999/13

(21) Anmeldenummer: 98117332.1

(22) Anmeldetag: 12.09.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder: van den Berg, Hugo Dr.  
91074 Herzogenaurach (DE)

(30) Priorität: 24.09.1997 DE 19742134

(54) **Sensoreinrichtung zur Richtungserfassung eines äusseren Magnetfeldes mittels eines magnetoresistiven Sensorelementes**

(57) Die Sensoreinrichtung weist ein GMR-Mehrschichtensystem mit mindestens einer weichmagnetischen Meßschicht, mindestens einer härteren Biasschicht und mindestens einer dazwischen angeordneten, nicht-magnetischen Zwischenschicht auf. Das Sensorelement (E) soll mindestens zwei Elementeile ( $E_1$ ,  $E_2$ ) enthalten, deren Mehrschichtensysteme auf

einem gemeinsamen Substrat (2) ausgebildet sind, deren Magnetisierungsrichtungen ( $m_1$ ,  $m_2$ ) einen Winkel ungleich  $0^\circ$  oder ungleich  $180^\circ$  einschließen und deren Meßsignale ( $\Delta R_1$ ,  $\Delta R_2$ ) gemeinsam auszuwerten sind.

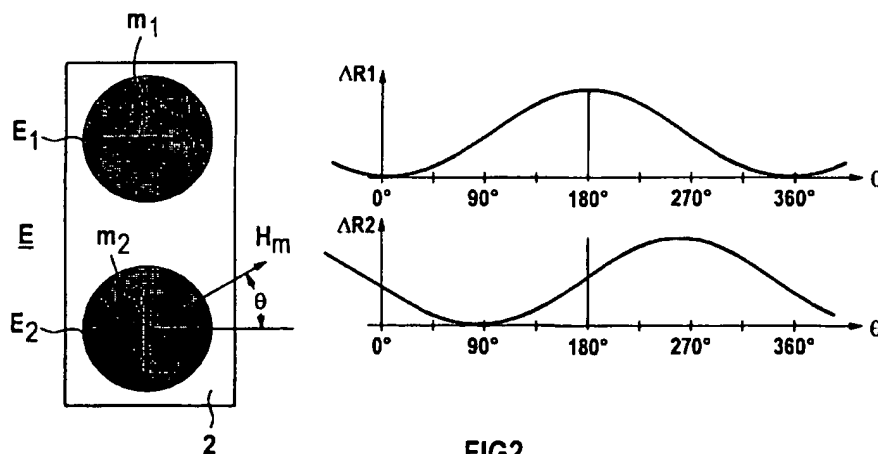


FIG2

EP 0 905 523 A3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 11 7332

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE 195 32 674 C (INST PHYSIKALISCHE HOCHTECHNOL) 7. November 1996 (1996-11-07) * Spalte 1, Zeile 51 - Zeile 68 * * Spalte 2, Zeile 35 - Zeile 65 * * Spalte 3, Zeile 39 - Zeile 47 *	1-6	G01R33/09
Y	----	7-9	
Y	EP 0 710 850 A (IBM) 8. Mai 1996 (1996-05-08) * Seite 5, Zeile 20 - Zeile 23 * * Seite 5, Zeile 56 - Seite 6, Zeile 26 * * Abbildung 7 *	7,8	
Y	DE 43 17 512 A (UNIV SCHILLER JENA) 1. Dezember 1994 (1994-12-01) * Spalte 1, Zeile 43 - Zeile 59; Abbildung 5 *	9	
A	----	3-6	
P,X	DE 196 49 265 A (INST PHYSIKALISCHE HOCHTECHNOL) 4. Juni 1998 (1998-06-04) * Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 29; Abbildung 5 *	1-3,5,6,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	DE 33 17 594 A (PHILIPS PATENTVERWALTUNG) 15. November 1984 (1984-11-15) * Abbildung 2 *	1,9	G01R H01F H01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>22. Dezember 1999</b>	Prüfer <b>Swartjes, H</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (Pdc/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 11 7332

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-12-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19532674 C	07-11-1996	KEINE	
EP 0710850 A	08-05-1996	US 5561368 A	01-10-1996
		AU 1788295 A	09-05-1996
		BR 9504583 A	20-05-1997
		CA 2158304 A	05-05-1996
		CN 1113572 A	20-12-1995
		JP 8226960 A	03-09-1996
DE 4317512 A	01-12-1994	KEINE	
DE 19649265 A	04-06-1998	KEINE	
DE 3317594 A	15-11-1984	KEINE	

EPO FORM P4461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82